

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**Método Agroecológico para el control del tizón tardío
(Phytophthora Infestans) de la papa, en la región de la sierra
del Perú**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería Ambiental

Autor:

Kenyi Isaac Chamorro Ricaldi

Asesor:

Dr. Alex Ruben Huaman de la Cruz

Lima, 04 Marzo del 2025

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Alex Ruben Huaman de la Cruz, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Método Agroecológico para el control del tizón tardío (Phytophthora Infestans) de la papa, en la región de la sierra del Perú”** del autor Kenyi Isaac Chamorro Ricaldi tiene un índice de similitud de 17% verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 2 días del mes de mayo del año 2025



Alex Ruben Huaman de la Cruz

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En Lima, Naña, Villa Unión, a 04 día(s) del mes de marzo del año 2025 siendo las 08:30 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga el (la) secretario(a): Mg. Joel Hugo Fernández Rojas y los demás miembros: Mg. Iliana del Carmen Gutierrez Rodriguez, Ing. Cesar Asbel Aranda Castillo y el (la) asesor(a) Dr. Alex Ruben Huaman De La Cruz

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: " Método Agroecológico para el control del tizón tardío (Phytophthora Infestans) de la papa, en la región de la sierra del Perú "

del(los) bachiller(es): a) Kenyi Isaac Chamorro Ricaldi
 b)
 c)

conducente a la obtención del título profesional de: Ingeniero Ambiental
(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado. Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Kenyi Isaac Chamorro Ricaldi

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Líteral	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>17</u>	<u>B+</u>	<u>Muy bueno</u>	<u>Sobresaliente</u>

Bachiller (b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Líteral	Cualitativa	

Bachiller (c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Líteral	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

 Presidente/a

 Secretario/a

 Asesor/a

 Miembro

 Miembro

 Bachiller (a)

 Bachiller (b)

 Bachiller (c)

Esta sustentación fue realizada de manera virtual u online sincrónica según conforme al Reglamento General de Grados y Títulos.

Método Agroecológico para el control del tizón tardío (*Phytophthora Infestans*) de la papa, en la región de la sierra del Perú.

Kenyi Isaac Chamorro Ricaldi * Alex Huamán De La Cruz **

EP. Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Lima, Perú

Resumen

El trabajo dirigido evaluó el efecto de control para el tizón tardío a través de tres tratamientos: T1 del agricultor (Fitoraz + Attack), T2 químico sistémico y de contacto (Antracol + Zampro) y T3 agroecológico (cola de caballo + caldo bordelés + Gentrol). Cada tratamiento se aplicó en 90 plantas de papa. La incidencia de la infección por *Phytophthora Infestans* se analizó mediante un monitoreo cada 15 días (en total 6 periodos), antes de cada tratamiento por fumigación. La infección apareció a los 66 días después de la siembra, a partir de la aparición de la enfermedad se hizo un recuento del número de plantas infectadas en cada tratamiento. Después de todos los periodos de aplicación de los tratamientos respectivos se obtuvo una reducción de la infección de la enfermedad en el T1, T2 y T3 del 10%, 7.7% y 6.6% al 5.5%, 4.4% y 3.3% respectivamente. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos por incidencia. El tratamiento agroecológico resultó ser el más eficiente en el control del tizón tardío, similar al obtenido mediante el tratamiento químico sistémico y de contacto, también fue el tratamiento más rentable respecto a los otros tratamientos. Así mismo, el tratamiento agroecológico representa el menor riesgo para el agricultor y el medio ambiente.

Palabras clave: tizón tardío (*Phytophthora infestans*), cola de caballo, caldo bordelés, control agroecológico.

Abstract

The directed work evaluated the control effect for late blight through three treatments: farmer's T1 (Fitoraz + Attack), systemic and contact chemical T2 (Anthrachol + Zampro) and agroecological T3 (horsetail + Bordeaux broth + Gentrol). Each treatment was applied to 90 potato plants. The incidence of *Phytophthora Infestans* infection was analyzed by monitoring every 15 days (a total of 6 periods), before each fumigation treatment. The infection appeared 66 days after planting, and from the onset of the disease the number of infected plants in each treatment was counted. After all the periods of application of the respective treatments, a reduction of the infection of the disease in T1, T2 and T3 was obtained from 10%, 7.7% and 6.6% to 5.5%, 4.4% and 3.3% respectively. Significant differences ($p < 0.05$) were found between treatments by incidence. The agroecological treatment turned out to be the most efficient in the control of late blight, similar to that obtained by systemic and contact chemical treatment, it was also the most cost-effective treatment compared to the other treatments. Likewise, agroecological treatment represents the least risk to the farmer and the environment.

Keywords: late blight (*Phytophthora infestans*), horsetail, Bordeaux broth, agroecological control.

1. Introducción

Solanum tuberosum L. (Familia Solanaceae, Sección Petota), de nombre común papa o patata proviene de especies encontradas en el lado norte del Lago Titicaca. Es un cultivo de gran importancia a nivel mundial. En cuanto a la importancia alimenticia y su producción ocupa el cuarto lugar después del arroz, el trigo y el maíz. La producción anual mundial es de aproximadamente 377 millones de toneladas (Márquez-Vasallo et al., 2020).

En el Perú, la papa es el tercer cultivo más sembrado (319.712 ha) y el segundo con mayor producción (4.776,294t), destacando las regiones de Puno (742.924 t), Huánuco (668,370t), La Libertad (466.632t), Apurímac (411.958t), Cuzco (388.467 t) y Junín (365.684t). Adicionalmente, 710 mil familias dependen de este cultivo, el cual emplea 33,4 millones de jornales, lo que representa alrededor del 4,0 % del PBI agrícola (Inacari et al., 2019)

La producción de la papa a nivel mundial está limitada por diversas enfermedades, entre ellas el tizón tardío (*Phytophthora infestans*), considerado el factor limitante más perjudicial en la producción de la papa y está presente en casi todas las regiones paperas, de manera particular en zonas de clima húmedo y frío, logrando destruir casi en su totalidad el cultivo de la papa en corto tiempo, por esta razón se considera el problema más serio para su producción a nivel mundial (Táchira, 2004)

La agresividad de dicha enfermedad afecta negativamente la rentabilidad del cultivo, al depender en gran parte a la aplicación de fungicidas químicos, ya que de no ser controlada las pérdidas pueden llegar al 100%, además con niveles bajos de la infección, la cosecha resulta no apta para almacenarse. Por otro lado, el control químico tiene que ser muy eficiente y compatible con la tendencia contemporánea de reducir su uso al mínimo para evitar su impacto en el medio ambiente y en la salud humana (Fernández-Northcote et al., 2016)

En países desarrollados, la enfermedad es controlada con mayor facilidad mediante el empleo de fungicidas, pero a su vez también ocasionan graves daños al medio ambiente por el uso excesivo de estos. En otros países en vía de desarrollo como es el caso del Perú el alto costo de los mismos en muchos casos limita su utilización y es más agravado por factores climáticos muy favorables para el desarrollo de la enfermedad, falta de conocimiento de estrategias de aplicación de fungicidas apropiados para el tizón tardío, así como el uso irracional de los fungicidas (Mantecón, 2009)

Los agricultores peruanos que cultivan papa en zonas tropicales montañosas enfrentan diversos problemas tanto de tipo biótico como abiótico que limitan la productividad y la producción. Entre los factores bióticos más importantes se encuentra el tizón tardío, comúnmente conocido como ranca que es producido por el hongo *Phytophthora infestans* (Vasquez Orrillo, 2012). En realidad, los agricultores del Perú que se dedican a la siembra de la papa han enfrentado esta enfermedad desde hace por lo menos un siglo. (Galán de Mera et al., 2004) describe que esta enfermedad destruía el follaje de la papa en los valles aledaños a Lima. Esta enfermedad se ha agudizado en los últimos años y hay evidencia de que está causando mayores daños a los cultivos de la papa.

(De la Cruz Solano, 2021) realizó una investigación sobre toma de decisiones sostenibles para el manejo del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) de la papa en Huasahuasi - Tarma. Los resultados fueron que se validó la aplicación de herramientas de apoyo de toma de decisiones sostenibles, donde se tuvo mayor control en el tizón tardío (*Phytophthora infestans*) de la papa en comparación a un testigo donde se vio afectado por la enfermedad estando muy por encima de las herramientas sostenibles.

Huasahuasi, es un distrito considerado como Capital Semillera de Papas del Perú, por el año 2007 produjo un volumen de 55 109 toneladas. Actualmente existen más de 400 variedades de papa, que son atacadas por plagas y enfermedades (Nacional et al., 2022). Así, el objetivo de este trabajo fue evaluar el control del método agroecológico (Caldo bordelés, cola de caballo y el fungicida de baja toxicidad) frente al tizón tardío (*Phytophthora infestans*).

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

El estudio se realizó en un terreno que había descansado 1 año durante la campaña 2021-2022 en el Distrito de Huasahuasi, a este lugar se le conoce como capital semillera de papas del Perú con más de 300 variedades de papas nativas. Las variedades de semilla de papa más sembradas son yungay, única, peruanita, andina y muruhuayro. Especialistas de agencias agrarias afirman que la producción supera las 80 mil toneladas al año. La tierra húmeda favorece a la producción de tubérculos, aproximadamente el 85% de la población se dedica a la siembra de la papa y el otro porcentaje a derivados y hortalizas. Esta área tiene un clima frío cuya temperatura promedio anual es de 10.7° C y precipitación anual de 1.9 mm. El distrito está ubicado en la provincia de Tarma, Junín - Perú (Latitud 11°16'3.7" y Longitud 75°38'20.8"). El área de estudio se encuentra a 2750 m.s.n.m. (SENAMHI, 2024).

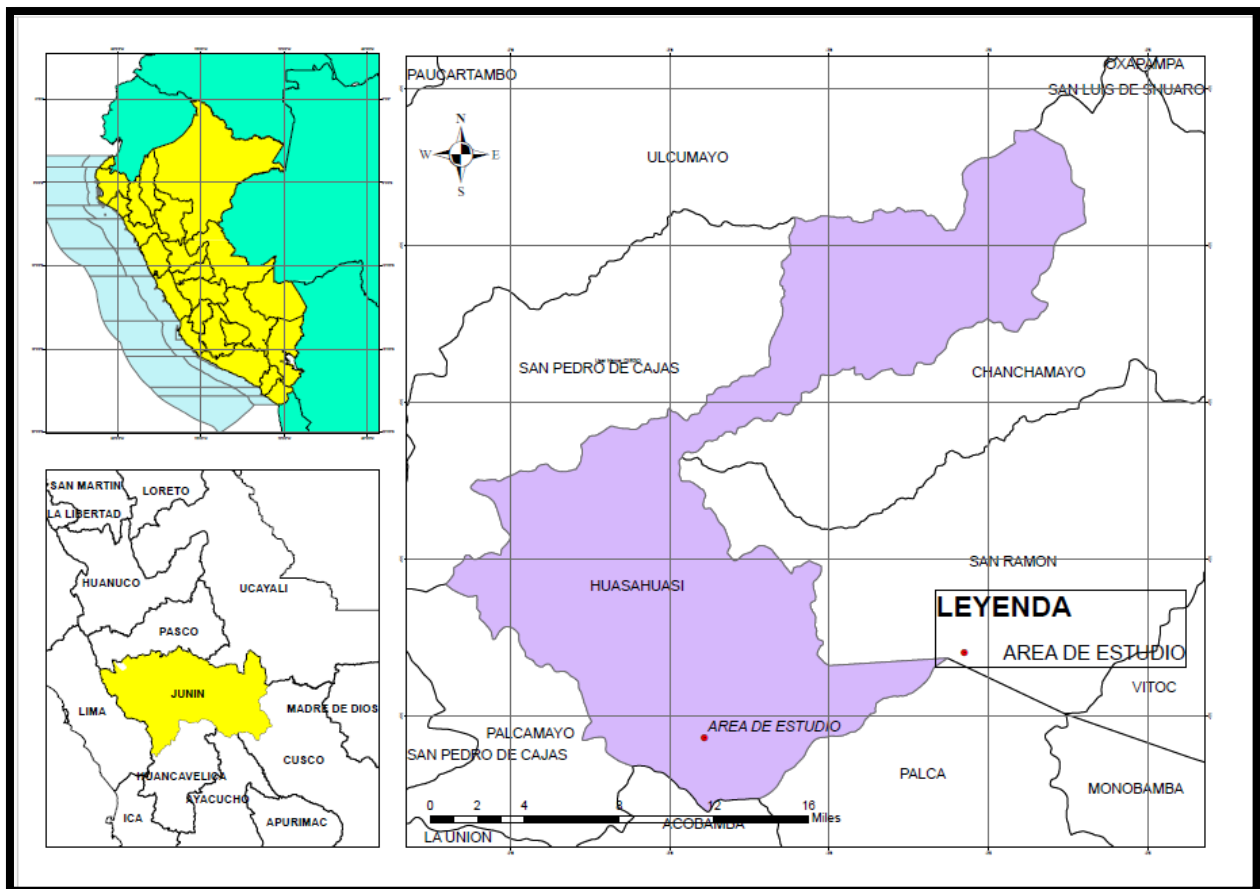


Ilustración 1: Mapa de georreferenciación del área de estudio

Durante el periodo de 4 meses (entre junio - setiembre) la temperatura máxima registrada fue de 21°C (entre agosto - setiembre) y la temperatura mínima fue de 6°C (entre junio – julio). Precipitación máxima reportada en el mes de febrero (4.7 mm/mes) (Ilustración 2).

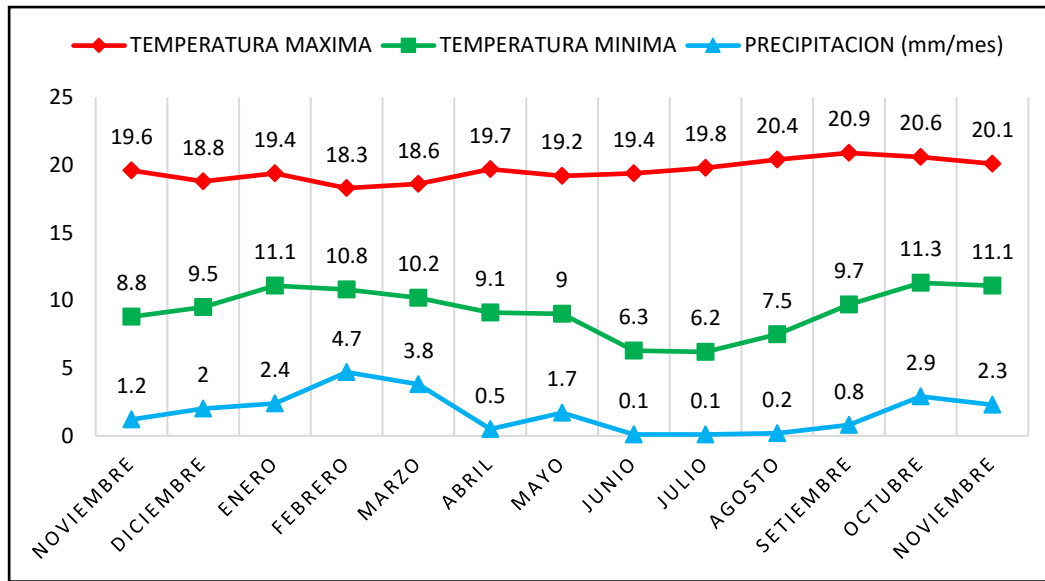


Ilustración 2: Temperatura y precipitación durante el desarrollo del estudio del método agroecológico

2.2. Periodo de estudio y variedad de papa

El periodo de estudio cubrió cuatro meses y medio desde el sembrío (1 de mayo) hasta la cosecha (18 de setiembre). Para ello, se compró aproximadamente 90 kg semillas de papa, variedad única el cual es nativo del área de estudio.

2.3. Procedimiento Experimental

El área usada para sembrar las semillas de papa consto de 73 m², el cual fue dividido en 3 parcelas. En cada parcela se sembraron 90 semillas, y se espero a que las plantitas inicien su germinación. Previo a su germinación en todas parcelas se le adiciono guano y abono. Una vez germinadas (aproximadamente 1 mes) se selecciono de manera aleatoria cada parcela a la cual se le aplico un determinado tratamiento (Tabla 1). En total se aplicaron tres tratamientos: i) T1 = Tratamiento del Agricultor (Fitoraz + Attack), ii) T2 = tratamiento químico sistémico y de contacto (Antracol + Zampro), iii) T3 = tratamiento agroecológico (Caldo Bordelés + cola de caballo + Gentrol). Se aplicó el trabajo de la chacra a los quince días durante la etapa vegetativa de la planta (remoción de mala hierba + remoción de algunas plantas de papas que habían quedado de la siembra anterior). Los tratamientos se aplicaron a lo largo de 6 periodos en 2023: P1 (05 de junio), P2 (20 de junio), P3 (05 de julio), P4 (20 de julio), P5 (04 de agosto) y P6 (18 de agosto) utilizando una máquina de fumigar operado manualmente, mojando el tallo y las hojas de las plantas. Posteriormente una vez terminado de aplicar los tratamientos respectivos se esperó 15 días para proceder a cortar las hojas de la papa para luego después de un mes realizar la cosecha.

2.4. Diseño estadístico

El estudio del método agroecológico se realizó empleando un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 3 tratamientos y 3 repeticiones. El área experimental fue de 73 m² con 270 plantas de papa dividida en tres parcelas. Cada parcela constaba de 90 plantas (30 plantas por cada tratamiento)

2.5. Tratamientos

Tratamiento 1: Tratamiento del agricultor, los agricultores por lo general aplican los fungicidas intercalando cada 15 días. Los fungicidas utilizados fueron Fitoraz y Attack. Para la aplicación se intercalo entre los dos

fungicidas empezando con Attack (fungicida agrícola con ingrediente activo Cymoxanil + Mancozeb) y luego de 15 días se aplicó Fitoraz (fungicida agrícola con ingrediente activo Cymoxanil + propineb) y así alternando sucesivamente hasta completar las 6 aplicaciones.

Tratamiento 2: Tratamiento químico sistémico y de contacto, dicha estrategia se basa en la aplicación preventiva y curativa, en otras palabras antes que aparezcan los primeros síntomas del tizón tardío y también cuando ya empieza la aparición de dichos síntomas. La frecuencia de aplicación fue de 15 días. Se alterno un fungicida sistémico y uno de contacto. El fungicida sistémico con el que se inicia las aplicaciones fue Zampro, (fungicida agrícola con ingrediente activo Ametoctradin + Dimetomorf). El fungicida sistémico fue intercalado con un fungicida de contacto, Antracol (fungicida agrícola con ingrediente activo Propineb).

Tratamiento 3: Tratamiento agroecológico. Se inicio la aplicación con el caldo Bordelés (caldo mineral agroecológico) y el fungicida Gentrol. Para prevenir los primeros síntomas del tizón tardío y cuando ya aparecen para evitar la resistencia y propagación de la enfermedad. En las ultimas tres aplicaciones se adiciona el extracto de cola de caballo y es de gran ayuda a combatir la enfermedad ya que contiene propiedades similares a las de un fungicida sistémico y de contacto.

2.6. Monitoreo

Las plantas de cada tratamiento experimental fueron monitoreados para detectar la infección por *phytophthora infestans* en 6 periodos: P1 (05 de junio), P2 (20 de junio), P3 (05 de julio), P4 (20 de julio), P5 (04 de agosto) y P6 (18 de agosto). En cada periodo se evaluó si las hojas de las plantas mostraban lesiones, bordes difusos, crecimiento fúngico blanco y algodonoso también si el centro era marrón grisáceo con un borde de color verde claro y en el tallo si aparecían lesiones marrones alargadas. La característica más común que se observo fue en las hojas: los bordes difusos y las lesiones de color marrón grisáceo.

FECHA	T1 DEL AGRICULTOR	T2 QUIMICO SITEMICO Y DE CONTACTO	T3 AGROECOLOGICO
Lunes 05 de junio	Attack	Zampro	Caldo bordeles + gentrol
Martes 20 de junio	Fitoraz	Antracol	Caldo bordeles + gentrol
Miércoles 05 de julio	Attack	Zampro	Caldo bordeles + gentrol
Jueves 20 de julio	Fitoraz	Antracol	Caldo bordeles + gentrol + Cola de caballo
Viernes 04 de agosto	Attack	Zampro	Caldo bordeles + gentrol + Cola de caballo
Viernes 18 de agosto	Fitoraz	Antracol	Caldo bordeles + gentrol + Cola de caballo

Tabla 1: Cronograma de aplicación de fungicidas para el control del tizón tardío en el cultivo de la papa



T1 (05 de junio)



T2 (05 de junio)



T3 (05 de junio)



T1 (20 de junio)



T2 (20 de junio)



T3 (20 de junio)



T1 (05 de julio)



T2 (05 de julio)



T3 (05 de julio)



T1 (20 de julio)



T2 (20 de julio)



T3 (20 de julio)







 <p>T1 (04 de agosto)</p>	 <p>T2 (04 de agosto)</p>	 <p>T3 (04 de agosto)</p>
 <p>T1 (18 de agosto)</p>	 <p>T2 (18 de agosto)</p>	 <p>T3 (18 de agosto)</p>

Tabla 2: Cronograma del monitoreo de las plantas de cada tratamiento

2.7. Análisis de datos

Los datos obtenidos se sometieron al análisis unidireccional de varianza (ANOVA) y a la prueba posterior de Tukey (valor de $p < 0,05$ fue significativo) para comparar la media entre los diferentes tratamientos aplicados. Los gráficos y el análisis estadístico se realizó utilizando el software R, versión 3.3.6 (R Team Core, 2019).

3. Resultados y discusiones

En la ilustración 3, se muestran los resultados de la altura de las plantas en cada uno de los monitoreos realizados (6 monitoreos en total), solo se analizó la altura de las plantas antes de la floración, donde no hubo mucha diferencia entre tratamientos pero siempre sobresalió el tratamiento químico sistémico y de contacto por la mínima diferencia, seguido por el tratamiento agroecológico y finalmente el tratamiento del agricultor, si bien es cierto que el tratamiento químico sistémico y de contacto tuvo la mayor altura registrada en los 6 monitoreos realizados. En cuanto a la infección por el patógeno el tratamiento agroecológico tuvo el mejor control de la enfermedad así como se muestra en la tabla 3 por ende se podría decir que el tratamiento agroecológico fue el más efectivo en cuanto a combatir dicho patógeno.

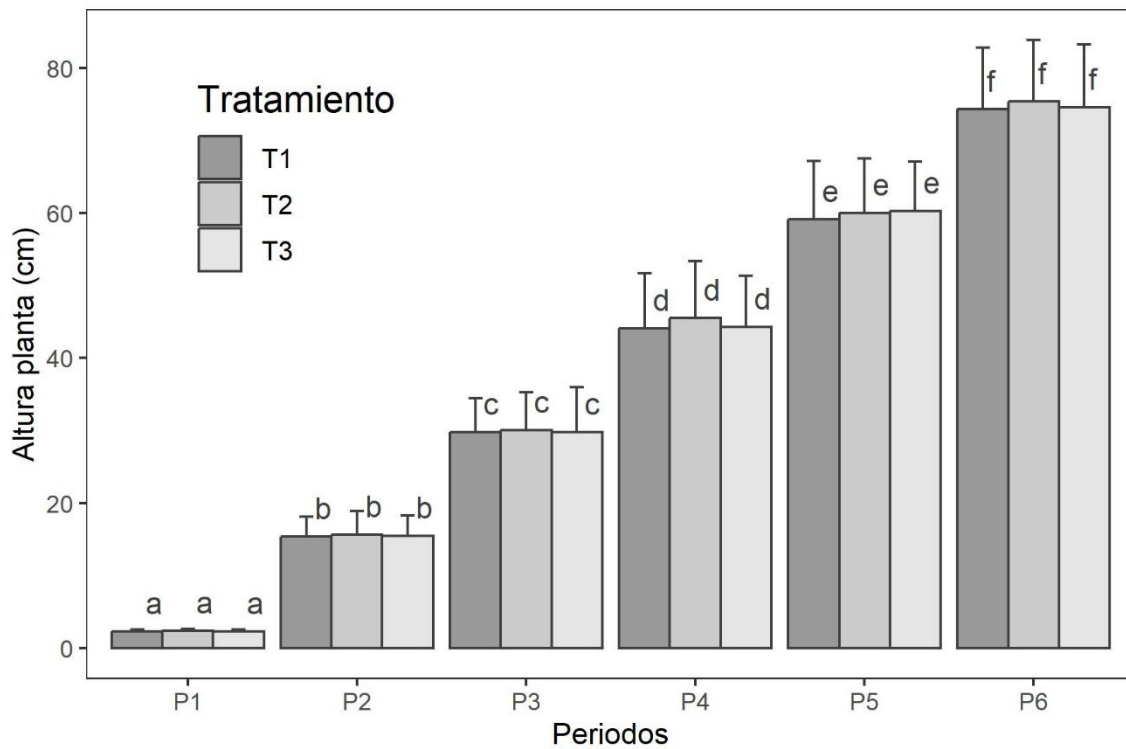


Ilustración 3: Altura de la Planta en los periodos medidos para los tres tratamientos

CARACTERISTICAS FISICAS	TRATAMIENTO 1		TRATAMIENTO 2		TRATAMIENTO 3	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Lunes 05 de junio	0	90	0	90	0	90
Martes 20 de junio	0	90	0	90	0	90
Miércoles 05 de julio	9	81	7	83	6	84
Jueves 20 de julio	7	83	5	85	6	84
Viernes 4 de agosto	8	82	5	85	5	85
Viernes 18 de agosto	5	85	4	86	3	87

Tabla 3: Monitoreo de las plantas infectadas de cada uno de los tratamientos

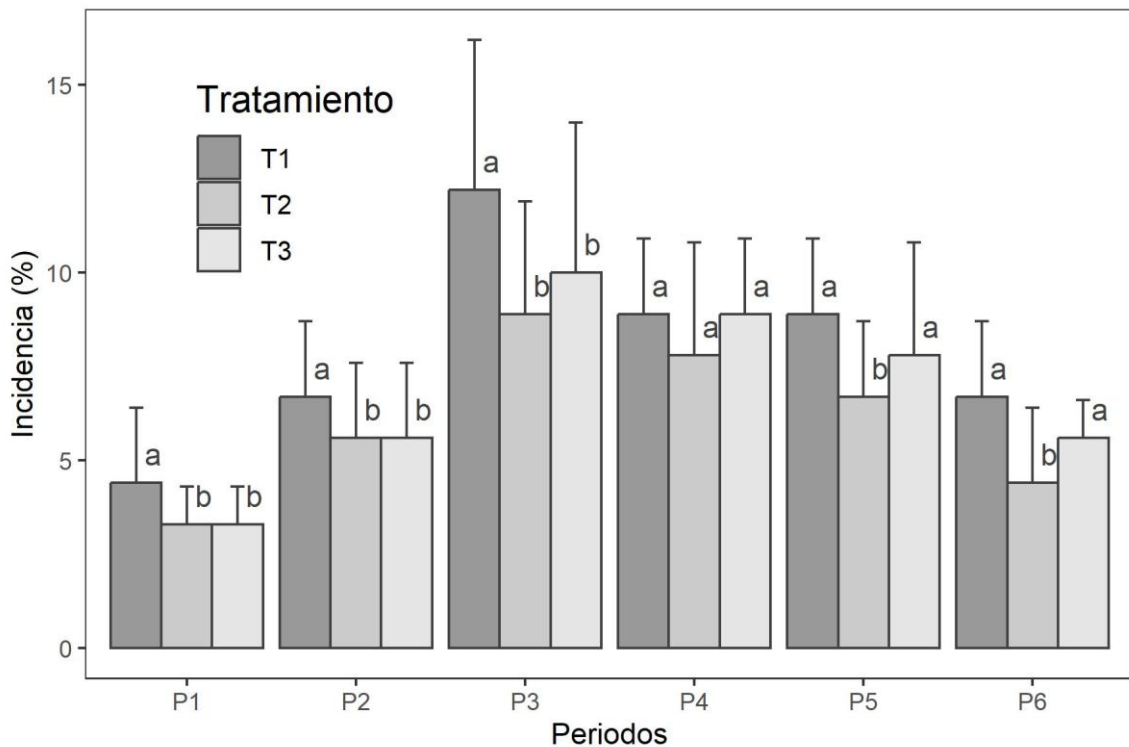


Ilustración 4: Incidencia de la enfermedad en cada periodo y tratamiento

En la incidencia de la enfermedad, existieron diferencias significativas entre tratamientos. En la ilustración 4 se muestra que hubo una mayor incidencia en el tratamiento del agricultor desde el primer monitoreo hasta el sexto, seguido del tratamiento agroecológico donde en los dos primeros periodos tuvo el mismo porcentaje de control de la enfermedad juntamente con el tratamiento químico sistémico y de contacto. Finalmente, en los 4 últimos periodos el tratamiento químico sistémico y de contacto tuvo una menor incidencia de la enfermedad, pero no muy alejado del tratamiento agroecológico, el cual tuvo un control similar.

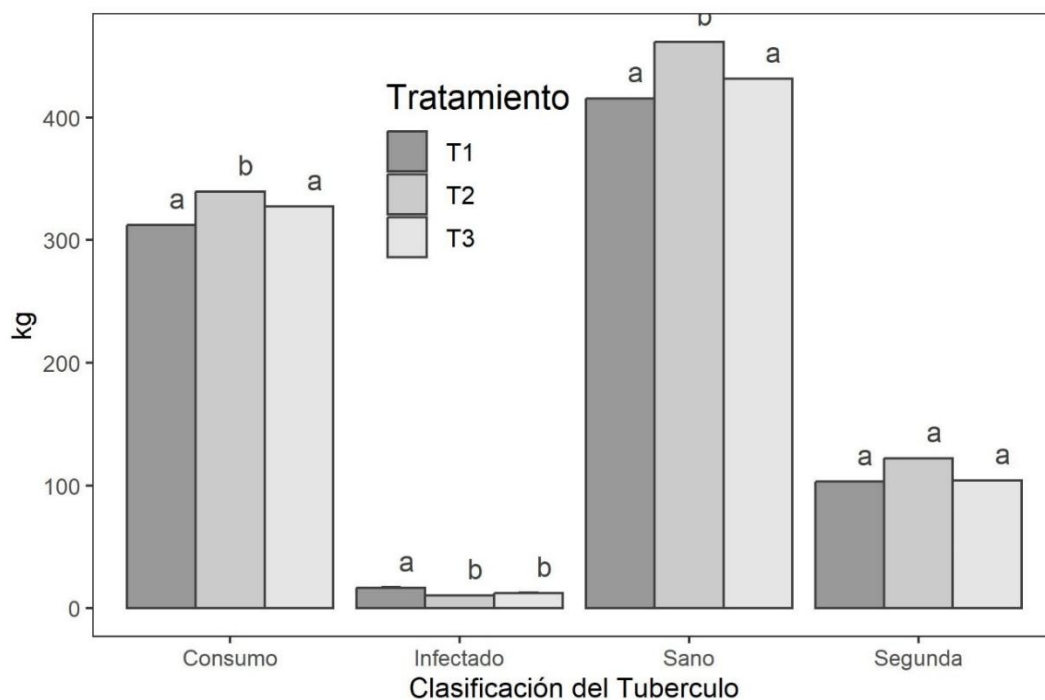


Ilustración 5: Clasificación del tubérculo sano, infectado, y para consumo y de segunda del tubérculo sano en kg.

En la ilustración 5 se muestra la producción de acuerdo a la clasificación del tubérculo que se obtuvo con cada tratamiento donde se puede observar que el tratamiento del agricultor estuvo por debajo de los otros tratamientos donde tuvo menor producción de kilaje y también una ligera mayor cantidad de papa infectada por la enfermedad, por otro lado si bien es cierto se puede observar que el tratamiento químico sistémico y de contacto tuvo una mayor producción de papa en cuanto a la clasificación del tubérculo, no por eso se puede decir que es mejor que el tratamiento agroecológico ya que analizando la tabla 3 en la que se encuentra el costo total de producción de cada tratamiento, el costo de venta y el beneficio neto. El tratamiento agroecológico resultó el mejor tratamiento ya que su costo de producción fue el menor de todos los tratamientos, además el beneficio neto que sería la resta del costo de venta menos costo de producción del producto resultó el más alto de los otros dos tratamientos. Por ende utilizar este método le es más rentable al agricultor y también representa menos riesgo al medio ambiente al no utilizar demasiados fungicidas químicos.

ÍTEMS	TRATAMIENTOS		
	T1 (S/.)	T2 (S/.)	T3 (S/.)
Costo Fungicidas (73 m2)	18 a	47 b	17 a
Costo semilla	30 a	30 a	30 a
Costo abono	16 a	16 a	16 a
Costo de guano	10 a	10 a	10 a
Costo mano de obra	117 a	117 a	117 a
Costo Total	191 a	220 b	190 a
Costo venta	457,2 a	505,16 b	486,2 c
Beneficio neto	266,2 a	285,16 b	296,2 c

Tabla 3: Análisis de presupuestos (nuevos soles (S/.)) parciales de los tratamientos (Costo/Beneficio) para 73 m2

La tabla 3 presenta el costo de los fungicidas, costo de la semilla de la papa, costo de abono, costo de guano, costo de mano de obra, costo total, costo de venta y el beneficio neto. El costo de la semilla, de abono y de guano es similar en los tres tratamientos porque se utilizó la misma cantidad también la mano de obra es similar ya que el trabajo realizado fue de igual manera para los tres tratamientos. El costo de los fungicidas varía ya que se utilizaron de diferentes tipos en cada tratamiento y por ende también es por eso que varía el costo total de los tres tratamientos debido a este motivo. Por último, en la tabla se muestra el beneficio neto que es la diferencia entre el costo de venta del producto y el costo total que se gastó en cada tratamiento, como se puede observar en la tabla hubo más beneficio neto en el tratamiento agroecológico ya que si bien es cierto no fue el mayor porcentaje en el costo de venta, pero su costo de producción fue mucho menor que el de todos y ello se refleja en el beneficio neto.

ÍTEMS	TRATAMIENTOS		
	T1 (S/.)	T2 (S/.)	T3 (S/.)
Costo Fungicidas (1 Ha)	2,465.7	6,438.4	2,328.8
Costo semilla	4,109.6	4,109.6	4,109.6
Costo abono	2,191.8	2,191.8	2,191.8
Costo de guano	1,369.8	1,369.8	1,369.8
Costo mano de obra	16,027.4	16,027.4	16,027.4
Costo Total	24,795	30,136.6	26,027.4
Costo venta	62,630	69,200	66,602.7
Beneficio neto	37,835	39,063.4	40,575.3

Tabla 4: Análisis de presupuestos (nuevos soles (S/.) parciales de los tratamientos (Costo/Beneficio) para una proyección de una hectárea de producción

La tabla 4 es similar a la tabla 3 solo con la diferencia de que en esta tabla están todos los gastos proyectados para una hectárea de producción es decir 10000 m², por ello los costos de semilla de abono y guano serán iguales, pero ya proyectados para una mayor extensión de terreno. Los fungicidas varían de precio al igual que la tabla 3 y también en esta tabla se puede apreciar que el beneficio neto es mayor con el tratamiento 3 solo con la diferencia de que la ganancia es mas elevada porque el terreno es más grande. Por ende, le saldría más rentable a un agricultor que siembra grandes extensiones de terreno de papa utilizando este método.

4. Conclusiones

Los resultados indican que el tratamiento agroecológico resultó ser la estrategia más eficiente en el control del tizón tardío, ello se vio reflejado en el bajo porcentaje de papa infectada comparado con el tratamiento químico sistémico y de contacto y el tratamiento del agricultor y todo ello con el menor coste de producción además con el menor impacto ambiental en comparación con los otros dos tratamientos.

El tratamiento con mayor beneficio neto para la economía del agricultor fue el método agroecológico ya que al realizar el análisis total de costo de producción de todos los tratamientos resulta que el agricultor tendrá mayor beneficio neto al utilizar el método agroecológico en comparación con el tratamiento del agricultor y el tratamiento químico sistémico y de contacto.

En cuanto a la toxicidad de los productos químicos en los tres tratamientos, el más toxico el T2 (tratamiento químico sistémico y de contacto) y el de menor toxicidad el T3 (Tratamiento agroecológico), siendo el daño mucho menor al ambiente y a la salud del agricultor con el método agroecológico.

5. Referencias

- Fernández-Northcote, E. N., Navia, O., & Gandarillas, A. (2016). Bases de las Estrategias de Control Químico del Tizón Tardío de la Papa Desarrolladas por PROINPA en Bolivia. *Revista Latinoamericana de La Papa*, 11(1), 1–25. <https://doi.org/10.37066/ralap.v11i1.93>
- Galán de Mera, A., Baldeón, S., Beltrán, H., Benavente, M., & Gómez, J. (2004). Datos sobre la vegetación del centro del Perú. *Acta Botanica Malacitana*, 29, 89–115. <https://doi.org/10.24310/abm.v29i0.7227>
- Incacari, R. C., Otiniano, A. J., Lastarria, R. J. C., & Mendoza-Cortez, J. W. (2019). Characterization of potato producing units (*Solanum tuberosum* L.) in the province of jauja, junín, Perú. *Idesia*, 37(4), 101–108. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292019000400101>
- Mantecón, J. D. (2009). Importance of potato late blight in Argentina, and the effect of fungicide treatments on yield increments over twenty years. *Ciencia e Investigacion Agraria*, 36(1), 115–122. <https://doi.org/10.4067/S0718-16202009000100011>
- Márquez-Vasallo, Y., Salomón-Díaz, J. L., & Acosta-Roca, R. (2020). Análisis de la interacción genotipo ambiente en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cultivos Tropicales*, 41(1).
- Nacional, U., Centro, D. E. L., & Pero, D. E. L. (2001). *Universidad nacional del centro del*.
- Nacional, U., Centro, D. E. L., Perú, D. E. L., Ambiente, F. Y. D. E. L., Optar, P., & Grado, E. L. (2022). *Huancayo – Perú*.
- Táchira, E. (2004). *Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85716306>*.
- VASQUEZ ORRILLO, J. L. (2012). *EVALUACIÓN DE CINCO CLONES Y DOS VARIEDADES DE PAPA (Solanum tuberosum L.) RESISTENTES A RANCHA (Phytophthora infestans (Mont) de Bary) TESIS Para Optar el Título Profesional de : INGENIERO AGRÓNOMO Presentada por el Bachiller : JORGE LUIS VÁSQUEZ O.*
- SENAMHI. (24 de 04 de 2024). Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-meteorologico>